

SAMENVATTING

3

In dit proefschrift wordt het gedrag van de samengestelde actiepotentiaal (AP) van de gehoorzenuw in de cavia onder diverse stimuluskondities geanalyseerd. De AP is de respons van het perifere auditieve systeem. Bij onze beschouwingen zijn we uitgegaan van een perifeer auditief systeem opgebouwd uit de volgende deelsystemen:

het mechanische systeem, van luchtdrukvariaties tot en met vibraties van de stijgbeugel;

het hydromechanische systeem, waar frekwentie selectie plaats vindt, van beweging van de stijgbeugel tot en met excitatie van een haarcel;

het synaptische systeem, elektro-chemische koppeling tussen de haarcel en het neuron, van excitatie van een haarcel tot en met depolarisatie van het neuronmembraan;

het neurale systeem, van depolarisatie van het neuronmembraan tot en met voortplanting van een actiepotentiaal.

De samengestelde actiepotentiaal is opgebouwd uit bijdragen van afzonderlijke vezels en kan o.a. beschreven worden door de konvolutie van een eenheidsbijdrage en een latentieverdelingsfunctie. Getracht is met behulp van verschillende meetmethoden een indruk te krijgen op welke wijze bij verschillende stimuluskondities de afzonderlijke vezelbijdragen van verschillende karakteristieke frekwentie zijn gerepresenteerd in de AP en welke processen daaraan ten grondslag liggen. De volgende stimuluskondities zijn gevarieerd: intensiteit (I), interstimulus interval (ISI), nivo van continue Gaussische breedband-ruis (M) en lichaamstemperatuur (T). Bijzondere aandacht is geschonken aan de invloed van de haarcel-neuron-synaps op het gedrag van de AP.

Aangezien het vrijwel ondoenlijk is direkt in de haarcel-neuron-synaps van de cavia te meten, is een indirecte methode gebruikt ten einde de werking van de synaps te bepalen. Hiertoe werd de cochlea elektrisch gestimuleerd om de excitatie eigenschappen van de zenuw te onderzoeken (Hoofdstuk III). Door vergelijking van het gedrag van de akoestisch opgewekte AP met de elektrisch opgewekte AP en gebruik makende van de reeds bekende eigenschappen van het mechanische en het hydromechanische systeem, werd de invloed van de synaps bepaald.

Als voorbereiding voor de elektrische stimulatie experimenten, waarbij stimulatie- en afleidplaats ronde venster en oppervlak van de gehoorzenuw zijn of omgekeerd, is de invloed van de afleidplaats op het gedrag van de AP bepaald (Hoofdstuk II). Uit deze resultaten blijkt dat het AP gedrag vrijwel niet, alleen bij een verandering in interstimulus interval in geringe mate, afhankelijk is van de afleidplaats. Hieruit is gekonkludeerd dat de latentieverdelingsfunctie van de afzonderlijke vezelbijdragen sterk zou verbreden bij afname van het interstimulus interval en niet of in mindere mate verbreedt bij afname van de stimulus intensiteit of bij toename van het ruisnivo.

De elektrisch opgewekte AP is opgebouwd uit afzonderlijke zenuwvezel bijdragen, die sterk gesynchroniseerd zijn, zodat de golfvorm van deze AP de golfvorm van de eenheidsbijdrage nabij komt. De elektrisch opgewekte AP blijkt invariant te zijn voor veranderingen van de stimulus maar blijkt te verbreden bij afkoeling van het proefdier.

Verkleining van het interstimulus interval beneden 20 msec heeft een vermindering in de amplitude van de elektrisch opgewekte AP ten gevolge, hetgeen we kunnen toeschrijven aan uitputting van de zenuw (refractair mechanisme). De akoestisch opgewekte AP daarentegen, adapteert reeds voor een stimulus interval kleiner dan 100 msec. Aangezien de mechanische en hydromechanische systemen geen adaptatie vertonen zal het adaptatie gedrag van de akoestisch opgewekte AP voor een interstimulus interval groter dan 20 msec geheel ter verantwoording van het synaptische systeem komen en voor een interstimulus interval kleiner dan 20 msec veroorzaakt zijn door het synaptische zowel als het neuronale systeem.

Aangezien de eenheidsbijdrage onafhankelijk is van de stimulus parameters, is voor veranderende stimulus het gedrag van de AP te herleiden tot veranderingen in de representatie van de afzonderlijke vezelbijdragen. De verandering in de representatie is onderzocht met behulp van smalle band analyse (Hoofdstuk IV en V) en dekonvolutie (Hoofdstuk VI). Smalle band analyse van de AP resulteert in smalle band responses, bijdragen aan de AP van kleine gebieden in de cochlea, gerelateerd aan de overeenkomstige karakteristieke frekventies, de f-representatie. Door middel van dekonvolutie van de samengestelde AP met behulp van een benaderde eenheidsbijdrage, wordt de latentieverdelingsfunctie bepaald. Deze functie geeft het relatieve aantal vezels, dat op een moment begint te vuren, aan, en is dus een afzonderlijke vezelrepresentatie op basis van de latentie van de vuringen; m.a.w., een t-representatie.

De resultaten impliceren dat een smalle band respons de gemiddelde eigenschappen van een kleine groep vezels weergeeft. Dit geldt voor alle eigenschappen van het perifere auditieve systeem die tot uiting komen in de bij dit onderzoek gebruikte stimulus variaties: frekventie selektiviteit, adaptatie en maskering veroorzaakt door een continue breed-band ruis.

De gebieden die het sterkst door een toonstoot geactiveerd zijn, blijken de grootste invloed van verkleining van het interstimulus interval te ondervinden. Door dit verschil in adaptatie voor de diverse gebieden kan, afhankelijk van stimulus intensiteit en frekventie, een verschuiving van het meest bijdragende gebied optreden naar een gebied met een lagere karakteristieke frekventie. Zo'n verschuiving uit zich in een verbreding van de AP en een daarmee gepaard gaande latentietoename van de AP.

Verhoging van het nivo van maskeerruis heeft een soortgelijke verandering in de f-representatie ten gevolge als verlaging van de intensiteit. Het latentiegedrag van de smalle band respons is echter voor beide gevallen verschillend, en vertoont eenzelfde kleine verandering voor toename van het ruisnivo als voor afname van het interstimulus interval.

Afkoeling van het proefdier resulteert in een opschuiving van het begin van de AP als gevolg van een toename in de minimum synaptische vertraging. De kwaliteit van de frekventie selektiviteit in het gehoororgaan van de cavia is daarom waarschijnlijk niet afhankelijk van de lichaamstemperatuur.

Alle door ons onderzochte variaties in stimuluskondities hebben een verande-

ring in de synchronisatie van bijdragen van een klein cochleair gebied ten gevolge.
Dit is terug te voeren tot de eigenschappen van het synaptische systeem.